

ВЛИЯНИЕ КОРОННОГО РАЗРЯДА НА СПЕКТРАЛЬНОЕ
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТОНКИХ ПЛЕНОК


Н.Э.Алимов, Н.З.Матякубов

Ферганский Государственный Университет

Рассмотрены управления фоточувствительности плёнок CdTe под действием внешних воздействий, которые актуальные для создания фоточувствительных гетероструктур, работающих в ближнем (до 3 мкм) и дальнем (8-14 мкм) ИК диапазоне. Теллурид кадмия (CdTe) является многообещающим материалом для детекторов частиц из-за его устойчивости к радиоактивному излучению. По сравнению с другими материалами GaAs и GaN CdTe эффективен при значительно более высокой регистрации ионизирующего излучения и является необходимым материалом для регистрации излучения до 250 кэВ [1].

При исследовании фотоэлектрических свойств гетероструктур на основе CdTe - SiO₂ - Si - Al, найдена возможность управления фотоэдс при помощи встроенного заряда в диэлектрике (SiO₂), и проанализированы механизмы протекания тока в гетероструктуре. В вакууме 10⁵ мм.рт. ст CdTe и примеси Ag, Си испарялись из отдельных испарителей на прогретую окисленную поверхность SiO₂, при этом были получены поликристаллические плёнки CdTe с зернистостью 0,05-0,1 мкм.

Из-за изменения встроенного поля в диэлектрике под действием электрического поля или коронного разряда, можно управлять фоточувствительность полученной структуры. В этом случае мы получаем «обратный» полевой транзистор типа CdTe-SiO₂-Si-Al, в данной структуре управляющий заряд находится под слоем полупроводника, а его поверхность остаётся открытой. Если между металлизированной поверхности слоя Al и электродом довести напряжение превыше 6кВ, возникает коронный разряд, при этом поле внутри структуры доходит до 100В [8,9].

На рис. 1. представлены спектральные зависимости тока короткого замыкания ($I_{кз}$) слоя CdTe для различных значений напряжённости коронного разряда, которые осуществлялось контактом (2) и электрическим зондовым контактом (3) на поверхности полупроводника CdTe. Видно, что в отсутствии внешних воздействий в спектрах $I_{кз}(\nu)$ наблюдается инверсия знака $I_{кз}$ в окрестности значения $h\nu=1,21\text{эВ}$ (кривая 1). При включении внешних воздействий между слоем CdTe и кремнием приводит к существенному изменению $I_{кз}$. При значении поверхностного потенциала 0 до 100В инверсия знака тока короткого замыкания, смешается в коротковолновую область спектра. При этом максимум фото чувствительности $I_{кз}$ смешается в коротковолновую область спектра в пределах от 0,93 эВ до 1,5 эВ. При при  = 70В значение максимума $I_{кз}$ возрастает более чем в 1000 раз (кривая 3) [2,3,4]. Для описания физической природы наблюдаемого нами переноса, рассмотрим модель, в которой стационарный ток представляет собой поток из электронов, туннелирующих

из зоны проводимости полупроводника в глубокий уровень, находящийся в окисле. Поскольку толщина окисла кремния в полученных структурах составляет [1], то по нашим оценкам, их вклад в общий поток незначителен (менее 25%).

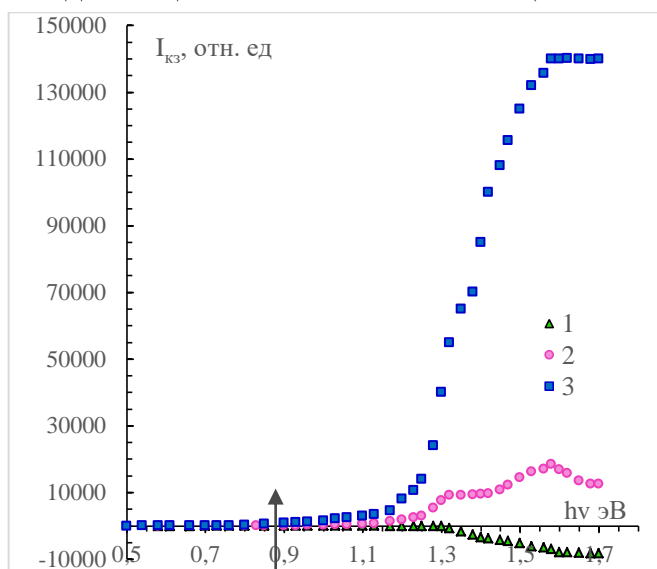


Рис. 1. Спектральные зависимости для структуры CdTe-SiO₂-Si-Al от величины потенциала коронного разряда: $\varphi_{кр} = 0\text{В}$ (1), 40В (2), 70В (3). На вставке указаны спектры фоточувствительности примесной области поглощения света в интервале от 0,5 до 1,3 эВ [2,4,5,6].

Следует отметить, что при коронном разряде существенно изменяется энергии активации глубокого уровня (0,7 эВ) в зависимости от потенциала коронного разряда (см, на вставке Рис. 1.). Это изменение связано с влиянием энергии оптической ионизации глубокого уровня, находящегося в области объёмного заряда у слоя SiO₂ (на это указывает и экспериментальные результаты). Если считаем, что это изменение возникает за счёт эффекта Пула - Френкеля [2,7] то смещение [2] уровня можно оценить по формуле

$$\Delta E = \sqrt{e\xi/\pi\epsilon\epsilon_0}$$

где, [3] - диэлектрическая проницаемость CdTe, e - заряд электрона. По нашим оценкам напряжённость электрического поля в окрестности дефекта составляет $\epsilon = 10^2 \text{В/см}$.

Подводя итоги анализа результатов, что спектральной фоточувствительностью слоя CdTe по току короткого замыкания и фото ЭДС можно управлять индуцированным встроенным электрическим зарядом диэлектрика, создаваемым внешним потенциалом коронного разряда и гетероструктуре CdTe-SiO₂-Si-Al.

Это дает возможность создания полупроводниковых приборов, чувствительных к электромагнитному излучению, применяемых и оптоэлектронике как фоточувствительный прибор со спектральной характеристикой в широком диапазоне чувствительности. Этот эффект также связан с принципиально новыми возможностями полупроводниковых приборов с изменяемой спектральной

характеристикой и согласования его с излучателем, что актуально для устройств и систем записи информации.

ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Sellin P.J., Hoxley D., Lohstroh A., Simon A., Cunningham W., Rahman M., Vaitkus J., Gaubas E., Ion beam induced charge imaging of epitaxial GaN detectors, Nucl. Instr. Meth. Phys. A 531 (2004) 82–86.
2. Otajonov S.M., Alimov N.E., Movlonov P.I., Botirov K.A. CdTe-SiO₂-Si-Al heterostructure photosensitivity control with deep impurity levels under external factors.// Euroasion Journal of Semiconductors Science and Engineering. 2020.-p.22-25.
3. Gaubas E., Čerponis T., Dobrovolskas D., Mickevičius J., Pavlov J., Rumbauskas V., Vaitkus J.V., Otajonov S., Alimov N. Study of polycrystalline CdTe films by contact and contactless pulsed photo-ionization spectroscopy // Thin Solid Films, 2018 -Pp. 231–235 (№3 Scopus, IF = 2.183)
4. Отажонов С.М., Алимов Н.Э., Ботиров К.А. «Создание преобразователя излучения на основе пленочной гетероструктуры p-CdTe-ZnSe»//ISSN 2308-4804. Science and World. 2020. № 11 (87). С.11-15. (№5 GIF, IF= 0,325)
5. Отажонов С.М., Алимов Н.Э., Мавлонов П. Управление фоточувствительности гетероструктуры CdTe-SiO₂-Si-Al с глубокими примесными уровнями под действием внешних факторов// ISSN 3375-2389. Danish scientific journal. Vol. 1, №34, 2020, С. 28-33 (№20 GIF)
6. Вайткус Ю.Ю., Отажонов С.М., Алимов Н.Э. Особенности физических свойств модифицированной поверхности пленочной гетероструктуры p - CdTe-ZnSe с глубокими примесными уровнями.// Scientific Bulletin. Physical and Mathematical Research, - , 2019. -Vol.1 Article2. -Pp.15-21. (01.00.00; №13)
7. Otajonov S.M., Alimov N.E., Movlonov P.I., Botirov K.A. CdTe-SiO₂-Si-Al heterostructure photosensitivity control with deep impurity levels under external factors.// Euroasion Journal of Semiconductors Science and Engineering. 2020.-Pp.22-25. (01.00.00; №16)
8. Отажонов С.М., Алимов Н.Э., Абдулахамидов А, Акбаров К., Умарова М. Стимулирование аномального фотонапряжения под действием внешнего электрического поля в нанокристаллических структурах на основе CdTe-ZnSe с глубокими примесными уровнями.// «Физическая инженерия поверхности». Украина 2008 г. Т.6. № 1-2, С. 58-60
9. Отажонов С.М., Алимов Н.Э., Акбаров К., Абдуллаев Қ., Дадажоновна Х., Отажонова Д., Рахмонкулов М. Оптическая спектральная память в пленочной гетероструктуре p-CdTe-SiO₂-Si// Физическая Инженерия Поверхности. 2009 том 7. №1-2. Украина.
10. Salim Madrahimovich Otajonov, Qaxxorova Barchinoy Abdiraximovna //Polymer and Composition Materials// Texas Journal of Engineering and Technology. Vol. 9 06-2022. 103-106-page